

Docket No.: 57810-074

**PATENT**

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of	:	Customer Number: 20277
	:	
Isao Hasegawa, et al.	:	Confirmation Number:
	:	
Serial No.:	:	Group Art Unit:
	:	
Filed: September 11, 2003	:	Examiner: Unknown
	:	
For: METHOD OF FABRICATING SEMICONDUCTOR DEVICE	:	

**CLAIM OF PRIORITY AND  
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Mail Stop CPD  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:


In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicants hereby claims the priority of:

**Japanese Patent Application No. 2002-270936, filed September 18, 2002**

cited in the Declaration of the present application. A certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY

  
Arthur J. Steiner  
Registration No. 26,106

600 13<sup>th</sup> Street, N.W.  
Washington, DC 20005-3096  
(202) 756-8000 AJS:tlb  
Facsimile: (202) 756-8087  
**Date: September 11, 2003**

57810-074  
HASEGAWA et al.  
September 11, 2003

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

*McDermott, Will & Emery*

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 9月18日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-270936

[ST.10/C]:

[JP2002-270936]

出 願 人

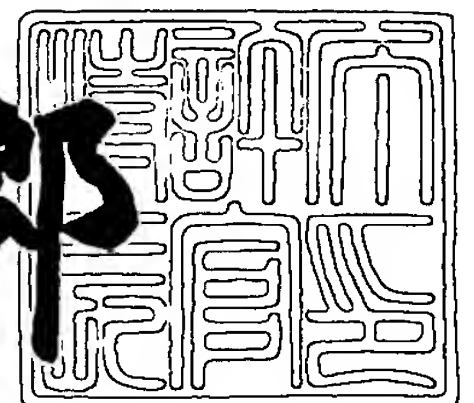
Applicant(s):

三洋電機株式会社

2003年 6月11日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3045485

【書類名】 特許願

【整理番号】 NPC1020039

【提出日】 平成14年 9月18日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 29/786

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号  
                        三洋電機株式会社内

    【氏名】 長谷川 勲

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号  
                        三洋電機株式会社内

    【氏名】 曾谷 直哉

【特許出願人】

    【識別番号】 000001889

    【氏名又は名称】 三洋電機株式会社

    【代表者】 桑野 幸徳

【代理人】

    【識別番号】 100104433

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 宮園 博一

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 073613

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 0001887

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 熔融シリコンとの接触角が  $45^{\circ}$  以下である第 1 の膜の上面および下面の少なくとも一方に接触するように、シリコン層を形成する工程と、

連続発振電磁波を用いて前記シリコン層を加熱することにより熔融した後、加熱域の連続的移動に伴う熔融領域と凝固領域との界面の移動により前記シリコン層の結晶化を行う工程とを備えた、半導体装置の製造方法。

【請求項 2】 前記第 1 の膜は、シリコン酸化膜よりも熔融シリコンとの接触角が小さい、請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 3】 前記シリコン層の上または下に、絶縁層を介して、吸収膜を形成する工程と、

前記吸収膜に連続発振型レーザの基本波を照射することにより前記吸収膜を発熱させ、その熱を利用して前記半導体層の結晶化を行う工程とをさらに備える、請求項 1 または 2 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 4】 吸収膜を形成する工程は、表示装置の画素部の遮光膜として流用可能なように予めパターニングする工程を含む、請求項 3 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 5】 前記シリコン層を形成する工程は、

前記第 1 の膜の上面上に接触するようにシリコン層を形成する工程を含み、

前記シリコン層の形成に先立って、基板上に、前記基板への熱の伝達を緩和するためのバッファ層を介して、前記第 1 の膜を形成する工程をさらに備える、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、半導体装置の製造方法に関し、より特定的には、シリコン層の結晶化を行う工程を含む半導体装置の製造方法に関する。

【0002】

## 【従来の技術】

近年、液晶表示装置の画素駆動用トランジスタとして、多結晶シリコン膜を能動層として用いた薄膜トランジスタ（以下、多結晶シリコンTFT）が採用されている。このような液晶表示装置では、低コスト化、高性能化および軽量コンパクト化のために、多結晶シリコンTFTの高性能化が要求されている。多結晶シリコンTFTの高性能化には、基板上の多結晶シリコン膜をできるだけ単結晶に近づける必要がある。

## 【0003】

従来、上記した多結晶シリコン膜をできるだけ単結晶に近づける方法の1つとして、連続発振型レーザを用いたものが知られている（たとえば、非特許文献1参照）。

## 【0004】

## 【非特許文献1】

AM-LCD' 02, DIGEST OF TECHNICAL PAPERS, July 10-12, 2002, pp. 227-230

この非特許文献1では、基板上にシリコン酸化膜（ $\text{SiO}_2$ 膜）を介して形成された非晶質シリコン層に、直接、連続発振型レーザである $\text{YVO}_4$ レーザの高調波（532nm）を照射することによって、シリコン層の結晶化を行う。

## 【0005】

ところで、従来では、シリコン酸化膜（ $\text{SiO}_2$ 膜）は、溶融シリコンとの接触角が小さいため、シリコン酸化膜とその上に形成される溶融シリコンとのぬれ性が悪い。このため、結晶化の際に溶融シリコンが凝集して塊状化するという不都合が生じる。そして、レーザの走査により、シリコン層の溶融／結晶界面を移動させる結晶成長方法では、加熱領域の移動に伴い、溶融領域も移動するため、塊状化の傾向が顕著になる。非特許文献1では、このような溶融シリコンの塊状化を抑制するために、シリコン酸化膜上に形成されたシリコン層を予めリボン状にパターニングすることによって溶融されるシリコン層の面積を少なくしている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、非特許文献 1 では、上記のように、シリコン層をリボン状にパターンニングしているため、パターンニングされたシリコン層の領域に素子（T F T）を形成する必要がある。このため、パターンニングしていない場合に比べて、素子を形成する領域が少なくなるという問題点がある。また、シリコン層をパターンニングする工程が増加するため、その分、歩留りが低下するという問題点もある。

【0 0 0 7】

また、非特許文献 1 では、 $YVO_4$  レーザの高調波（532 nm）を用いてシリコン層の結晶化を行うため、レーザ出力が小さい。その結果、生産性（スループット）を向上させるのが困難であるという問題点もある。

【0 0 0 8】

この発明は上記のような課題を解決するためになされたものであり、

この発明の 1 つの目的は、シリコン層のパターンニングを行うことなく、シリコン層の塊状化を抑制することが可能な半導体装置の製造方法を提供することである。

【0 0 0 9】

この発明のもう 1 つの目的は、上記の半導体装置の製造方法において、生産性（スループット）を向上させることである。

【0 0 1 0】

【課題を解決するための手段】

この発明の一の局面による半導体装置の製造方法は、溶融シリコンとの接触角が  $45^\circ$  以下である第 1 の膜の上面および下面の少なくとも一方に接触するように、シリコン層を形成する工程と、連続発振電磁波を用いてシリコン層を加熱することにより溶融した後、加熱域の連続的移動に伴う溶融領域と凝固領域との界面の移動によりシリコン層の結晶化を行う工程とを備えている。

【0 0 1 1】

この一の局面による半導体装置の製造方法では、上記のように、溶融シリコンとの接触角が  $45^\circ$  以下である第 1 の膜の上面および下面の少なくとも一方に接

触するように、シリコン層を形成した後、シリコン層を溶融して結晶化を行うことによって、シリコン層が溶融する際に、溶融シリコンとの接触角が小さい第1の膜によりシリコン層と第1の膜との界面エネルギーが小さくなるので、シリコン層と第1の膜とのぬれ性を向上させることができる。これにより、シリコン層をパターニングすることなく、シリコン層が溶融した状態で凝集するのを抑制することができるので、シリコン層が溶融した状態で塊状化するのを抑制することができる。その結果、シリコン層のパターニングに起因する不都合を解消しながら、シリコン層の塊状化を抑制することができる。

#### 【0012】

上記一の局面による半導体装置の製造方法において、好ましくは、第1の膜は、シリコン酸化膜よりも溶融シリコンとの接触角が小さい。このように構成すれば、シリコン酸化膜（ $\text{SiO}_2$ 膜）をシリコン層の上面または下面に接触するように形成した状態でシリコン層の結晶化を行う場合よりも、シリコン層の塊状化を抑制することができる。

#### 【0013】

上記の場合、好ましくは、シリコン層の上または下に、絶縁層を介して、吸収膜を形成する工程と、吸収膜に連続発振型レーザの基本波を照射することにより吸収膜を発熱させ、その熱を利用して半導体層の結晶化を行う工程とをさらに備える。このように構成すれば、高調波に比べてレーザ出力が大きい基本波を用いて結晶化を行うことができるので、生産性（スループット）を向上させることができる。また、連続発振型レーザが照射された吸収膜の発熱を利用して半導体層を間接的に加熱することにより結晶化を行うことによって、吸収膜に照射される連続発振型レーザにある程度ばらつきがあったとしても、吸収膜から熱が半導体層に放射される際に、熱のばらつきを緩和することができる。これにより、巨大な結晶粒または単結晶を歩留りを低下することなく形成することができる。

#### 【0014】

この場合、好ましくは、吸収膜を形成する工程は、表示装置の画素部の遮光膜として流用可能なように予めパターニングする工程を含む。このように構成すれば、吸収膜を遮光膜として流用することができるので、遮光膜を別途形成する必



要がない。その結果、製造プロセスを簡略化することができる。

【 0 0 1 5 】

また、好ましくは、シリコン層を形成する工程は、第1の膜の上面上に接触するようにシリコン層を形成する工程を含み、シリコン層の形成に先立って、基板上に、基板への熱の伝達を緩和するためのバッファ層を介して、第1の膜を形成する工程をさらに備える。このように構成すれば、第1の膜によりシリコン層の塊状化を抑制しながら、バッファ層により熱衝撃に起因する基板のクラックや歪みなどの発生を抑制することができる。

【 0 0 1 6 】

なお、吸収膜を用いる場合、好ましくは、連続発振型の電磁波は、 $0.75\mu\text{m}$ 以上 $2.0\mu\text{m}$ 以下の波長を有する赤外線レーザを含む。このように構成すれば、赤外線レーザは、シリコン層に吸収されにくいので、吸収膜に効率的にレーザ光を吸収させることができる。これにより、吸収膜を効率よく加熱することができる。

【 0 0 1 7 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を具体化した実施形態を図面に基づいて説明する。

【 0 0 1 8 】

(第1実施形態)

図1～図5は、本発明の第1実施形態による半導体装置の製造方法を説明するための断面図および平面図である。また、図6は、本発明の効果を確認するための実験に用いた第1実施形態の製造方法により作製した構造を示した断面図であり、図7は、比較例による製造方法により作製した構造を示した断面図である。また、図8は、図6および図7に示した製造方法によるレーザ出力と結晶化状態との関係を示した概略図である。以下、図1～図8を参照して、第1実施形態による半導体装置の製造方法について説明する。

【 0 0 1 9 】

まず、図1に示すように、減圧CVD法を用いて、ガラス基板1上に、 $\text{SiO}_2$ 膜（シリコン酸化膜）2を約 $300\text{nm}$ の厚みで形成する。このシリコン酸化

膜 2 は、ガラス基板 1 への熱の伝達を緩和するためのバッファ層として機能する。この後、スパッタ法を用いて、シリコン酸化膜 2 上の所定領域に、Mo からなる吸収膜 3 を約 5 0 n m の厚みで形成する。

## 【 0 0 2 0 】

そして、吸収膜 3 を、図 2 に示すように、液晶表示装置または有機 E L 表示装置の画素部のブラックマトリックス（遮光膜）として後に流用できるように、マトリックス状の穴パターン 3 a を有するようにパターンニングする。

## 【 0 0 2 1 】

次に、図 1 に示すように、プラズマ C V D 法を用いて、吸収膜 3 を覆うように、シリコン酸化膜（ $\text{SiO}_2$  膜） 4 を、約 8 0 n m の厚みで形成する。

## 【 0 0 2 2 】

その後、第 1 実施形態では、プラズマ C V D 法を用いて、シリコン酸化膜 4 上に、 $\text{SiN}_x$  膜（シリコン窒化膜） 5 を約 2 0 n m の厚みで形成する。ここで、 $\text{SiN}_x$  膜 5 は、熔融シリコンとの接触角が  $45^\circ$  以下であり、かつ、 $\text{SiO}_2$  膜よりも熔融シリコンとの接触角が小さい。また、 $\text{SiN}_x$  膜 5 の熱伝導度（ $60 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ ）は、 $\text{SiO}_2$  膜の熱伝導度（ $1.4 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ ）よりも大きく、熱伝導性に優れている。なお、 $\text{SiN}_x$  膜 5 は、本発明の「第 1 の膜」の一例である。その後、 $\text{SiN}_x$  膜 5 上に、減圧 C V D 法を用いて、非晶質シリコン膜 6 を約 5 0 n m の厚みで形成する。なお、非晶質シリコン膜 6 は、本発明の「半導体層」の一例である。

## 【 0 0 2 3 】

次に、図 3 に示すように、ガラス基板 1 の裏面側から、連続発振型の Y A G レーザの基本波を照射することによって、非晶質シリコン膜 6 の結晶化を行う。この場合のレーザ照射条件は、レーザ出力：約 3 7 5 W、走査速度：約  $1 \text{ m/s}$  である。

## 【 0 0 2 4 】

次に、図 4 に示すように、結晶化されたシリコン膜 6 a を覆うように、シリコン酸化膜（ $\text{SiO}_2$  膜）からなるゲート絶縁膜 7 を形成する。そのゲート絶縁膜 7 上の所定領域に、Mo などからなるパターンニングされたゲート電極 8 を形成す

る。ゲート電極 8 をマスクとして、結晶化されたシリコン膜 6 a に、不純物を注入することによって、LDD 構造を有する一対のソース／ドレイン領域 6 b を形成する。また、必要に応じて、ゲート電極 8 の形成前に、結晶化されたシリコン膜 6 a にチャネルドープを行ってもよい。そして、注入した不純物を活性化するために、結晶化の場合と同様、連続発振型の YAG レーザによる照射を行う。これにより、一対のソース／ドレイン領域 6 b と、ゲート絶縁膜 7 と、ゲート電極 8 とからなる第 1 実施形態による多結晶シリコン TFT が形成される。

## 【 0 0 2 5 】

また、第 1 実施形態では、図 5 に示すように、吸収膜 3 と、CMOS の n チャネル TFT のドレイン側に位置する電源ラインを構成する一方のソース／ドレイン領域 6 b との間に、バイアス電圧を印加する。これにより、吸収膜 3 が基板バイアスプレートとして働くため、TFT のしきい値電圧  $V_{th}$  の調整を行うことができる。

## 【 0 0 2 6 】

第 1 実施形態では、上記のように、熔融シリコンとの接触角が  $45^\circ$  以下である  $SiN_x$  膜（シリコン窒化膜）5 の上面上に接触するように非晶質シリコン膜 6 を形成した後、非晶質シリコン膜 6 を熔融して結晶化を行うことによって、非晶質シリコン膜 6 が熔融する際に、熔融シリコンとの接触角が小さい  $SiN_x$  膜 5 により非晶質シリコン膜 6 と  $SiN_x$  膜 5 との界面エネルギーが小さくなるので、熔融シリコンと  $SiN_x$  膜 5 とのぬれ性を向上させることができる。これにより、従来のように非晶質シリコン膜 6 をパターニングすることなく非晶質シリコン膜 6 が熔融した状態で凝集するのを抑制することができるので、非晶質シリコン膜 6 が熔融した状態で塊状化するのを抑制することができる。その結果、非晶質シリコン膜 6 のパターニングに起因する歩留りの低下などの不都合を解消しながら、非晶質シリコン膜 6 の塊状化を抑制することができる。

## 【 0 0 2 7 】

ここで、図 6 ～図 8 を参照して、非晶質シリコン膜の下面に接触するように熔融シリコンとの接触角が  $45^\circ$  以下である  $SiN_x$  膜を形成する場合の効果を確認するために行った実験について説明する。図 6 には、この実験で用いた第 1 実

施形態の製造方法により作製した構造が示されており、図 7 には、この実験で用いた比較例の製造方法により作製した構造が示されている。まず、図 6 に示した第 1 実施形態の製造方法により作製した構造では、ガラス基板 1 上に、減圧 CVD 法を用いて  $\text{SiO}_2$  膜 2 を 300 nm の厚みで形成した後、 $\text{SiO}_2$  膜 2 上にスパッタ法を用いて Mo からなる吸収膜 3 を 50 nm の厚みで形成した。そして、吸収膜 3 上に、プラズマ CVD 法を用いて、80 nm の厚みを有する  $\text{SiO}_2$  膜 4 および 20 nm の厚みを有する  $\text{SiN}_x$  膜 5 を順次形成した。その後、減圧 CVD 法を用いて  $\text{SiN}_x$  膜 5 上に非晶質シリコン膜 6 を 50 nm の厚みで形成した。

## 【 0 0 2 8 】

その一方、図 7 に示した比較例の製造方法により作製した構造では、ガラス基板 1 上に、減圧 CVD 法を用いて  $\text{SiO}_2$  膜 2 を 300 nm の厚みで形成した後、 $\text{SiO}_2$  膜 2 上にスパッタ法を用いて Mo からなる吸収膜 3 を 50 nm の厚みで形成した。そして、吸収膜 3 上に、プラズマ CVD 法を用いて、100 nm の厚みを有する  $\text{SiO}_2$  膜 4 a を形成した後、その  $\text{SiO}_2$  膜 4 a 上に、非晶質シリコン膜 6 を減圧 CVD 法を用いて 50 nm の厚みで形成した。

## 【 0 0 2 9 】

上記のようにして作製した図 6 および図 7 に示した構造に対して、連続発振型の YAG レーザを 1 m/s の走査速度で、レーザ出力を 250 W から 450 W に変化させて照射することによって、結晶化の状態を確認した。その結果、図 8 に示すような結果が得られた。具体的には、第 1 実施形態による構造および比較例による構造ともに、レーザ出力が 270 W 以下である場合には、アモルファスの結晶状態であり、270 W から 300 W までは、固相成長状態であった。また、第 1 実施形態による構造および比較例による構造ともに、300 W から 340 W までは、熔融シリコンと熔融していないシリコンとが混在する結晶状態であった。その一方、レーザ出力が液相成長可能な出力を超えると、塊状化が発生することにより、膜構造の消失が発生した。この場合、良好に結晶化を行うことができるのは、液相成長が可能な領域である。

## 【 0 0 3 0 】

図 8 に示すように、 $\text{SiO}_2$  膜 4 a 上に非晶質シリコン膜 6 が形成される比較例による製造方法では、液相成長することが可能なレーザ出力の範囲が 340 W ~ 360 W ( $350 \text{ W} \pm 3 \%$ ) であり、狭いことがわかる。これに対して、 $\text{SiN}_x$  膜 5 上に非晶質シリコン膜 6 が形成される第 1 実施形態による製造方法では、340 W ~ 410 W ( $375 \text{ W} \pm 9 \%$ ) であり、比較例による製造方法に比べて、液相成長可能なレーザ出力範囲が拡大していることがわかる。このことから、第 1 実施形態による製造プロセスでは、プロセスマージンを拡大することができることが判明した。

#### 【 0 0 3 1 】

ここで、レーザ装置におけるレーザ出力の発振安定性を計測したところ、 $\pm 4 \%$  の範囲でレーザ出力が変動する（ばらつく）ことが判明した。このことから、安定して液相成長を行うためには、レーザ出力の設定値に対して  $\pm 4 \%$  の範囲よりも大きい範囲で液相成長することが可能なプロセス条件が必要である。この点を考慮すると、第 1 実施形態では、上記のように、 $375 \text{ W} \pm 9 \%$  の範囲で液相成長を行うことができるので、レーザ出力装置の出力変動よりも広いプロセス条件を有する。その結果、第 1 実施形態では、安定して非晶質シリコン膜 6 の結晶化を行うことができることが判明した。

#### 【 0 0 3 2 】

また、第 1 実施形態では、連続発振型の YAG レーザの基本波を照射することにより結晶化を行うことによって、高調波を用いる場合に比べて、レーザ出力を大きくすることができるので、生産性（スループット）を向上させることができる。

#### 【 0 0 3 3 】

また、第 1 実施形態では、 $\text{SiO}_2$  膜に比べて熱伝導性に優れた  $\text{SiN}_x$  膜を用いることによって、吸収膜 3 で発生した熱を効率的に非晶質シリコン膜 6 に伝達することができる。これにより、効率よく非晶質シリコン膜 6 の結晶化を行うことができる。また、第 1 実施形態では、連続発振型 YAG レーザの基本波は、非晶質シリコン膜 6 に吸収されにくい一方、Mo からなる吸収膜 3 には吸収されやすいため、吸収膜 3 に効率的にレーザ光を吸収させることができる。これによ



ても、吸収膜 3 を効率よく加熱することができるので、非晶質シリコン膜 6 の結晶化をより効率よく行うことができる。

【 0 0 3 4 】

また、第 1 実施形態では、連続発振型の Y A G レーザビーム 1 0 0 が照射された吸収膜 3 の発熱を利用して非晶質シリコン膜 6 を間接的に加熱することにより結晶化を行うことによって、吸収膜 3 に照射される連続発振型の Y A G レーザビームにある程度ばらつきがあったとしても、吸収膜 3 から熱が非晶質シリコン膜 6 に伝導される際に、熱のばらつきを緩和することができる。これにより、巨大な結晶粒または単結晶を歩留りを低下させることなく形成することができる。

【 0 0 3 5 】

また、第 1 実施形態では、非晶質シリコン膜 6 の結晶化後に、吸収膜 3 を液晶表示装置または有機 E L 表示装置の画素部のブラックマトリックス (B M) として流用することができるとともに、吸収膜 3 を基板バイアスプレートとして流用することができるので、吸収膜 3 を除去する工程とブラックマトリックスおよび基板バイアスプレートを新たに形成する工程とを省略することができる。その結果、製造プロセスを簡略化することができる。

【 0 0 3 6 】

(第 2 実施形態)

図 9 および図 1 0 は、本発明の第 2 実施形態による半導体装置の製造方法を説明するための断面図である。図 9 および図 1 0 を参照して、この第 2 実施形態では、上記第 1 実施形態と異なり、上方からレーザビームを照射する場合について説明する。

【 0 0 3 7 】

まず、図 9 に示すように、減圧 C V D 法を用いて、ガラス基板 1 1 上に、S i O<sub>2</sub> 膜 (シリコン酸化膜) 1 2 を約 3 0 0 n m の厚みで形成する。このシリコン酸化膜 1 2 は、ガラス基板 1 1 への熱の伝達を緩和するためのバッファ層として機能する。その後、プラズマ C V D 法を用いて、シリコン酸化膜 1 2 上に、S i N<sub>x</sub> 膜 1 3 を約 2 0 n m の厚みで形成する。ここで、S i N<sub>x</sub> 膜 1 3 は、熔融シリコンとの接触角が 4 5 ° 以下であり、かつ、S i O<sub>2</sub> 膜よりも熔融シリコンとの

接触角が小さい。なお、 $\text{SiN}_x$ 膜 1 3 は、本発明の「第 1 の膜」の一例である。その後、 $\text{SiN}_x$ 膜 1 3 上に、減圧 CVD 法を用いて、非晶質シリコン膜 1 4 を約 50 nm の厚みで形成する。なお、非晶質シリコン膜 1 4 は、本発明の「半導体層」の一例である。この後、非晶質シリコン膜 1 4 を所定の形状にパターニングする。

## 【 0 0 3 8 】

次に、非晶質シリコン膜 1 4 を覆うように、 $\text{SiO}_2$ 膜からなるゲート絶縁膜 1 5 を形成する。スパッタ法を用いて、ゲート絶縁膜 1 5 上の所定領域に、Mo からなる吸収膜 1 6 を約 50 nm の厚みで形成する。この後、ガラス基板 1 の上方側から、連続発振型の YAG レーザの基本波を照射することによって、非晶質シリコン膜 1 4 の結晶化を行う。この場合のレーザ照射条件は、レーザ出力：約 400 W、走査速度：約 1 m/s である。

## 【 0 0 3 9 】

次に、吸収膜 1 6 をパターニングすることによって、図 10 に示すように、ゲート電極 1 6 a を形成する。ゲート電極 1 6 a をマスクとして、結晶化されたシリコン膜 1 4 a に、不純物を注入することによって、LDD 構造を有する一対のソース／ドレイン領域 1 4 b を形成する。そして、注入した不純物を活性化するために、結晶化の場合と同様、連続発振型の YAG レーザによる照射を行う。これにより、一対のソース／ドレイン領域 1 4 b と、ゲート絶縁膜 1 5 と、ゲート電極 1 6 a とからなる第 2 実施形態による多結晶シリコン TFT が形成される。

## 【 0 0 4 0 】

第 2 実施形態では、上記のように、 $\text{SiN}_x$ 膜 1 3 とガラス基板 1 1 との間に、 $\text{SiO}_2$ 膜 1 2 からなるバッファ層を大きい厚み（約 300 nm）で形成することによって、 $\text{SiN}_x$ 膜 1 3 により熔融シリコンの塊状化を抑制しながら、バッファ層により熱衝撃に起因するガラス基板 1 のクラックや歪みなどの発生を抑制することができる。

## 【 0 0 4 1 】

また、第 2 実施形態では、上記のように、吸収膜 1 6 をゲート電極 1 6 a として流用することができるので、吸収膜 1 6 を除去する工程およびゲート電極を新

たに形成する工程を省略することができる。

【 0 0 4 2 】

また、第2実施形態では、上記第1実施形態と同様、熔融シリコンとの接触角が $45^{\circ}$ 以下である $\text{SiN}_x$ 膜（シリコン窒化膜）13の上面上に接触するように非晶質シリコン膜14を形成した後、非晶質シリコン膜14を熔融して結晶化を行うことによって、非晶質シリコン膜14が熔融する際に、熔融シリコンとの接触角が小さい $\text{SiN}_x$ 膜13により非晶質シリコン膜14と $\text{SiN}_x$ 膜13との界面エネルギーが小さくなるので、熔融シリコンと $\text{SiN}_x$ 膜13とのぬれ性を向上させることができる。これにより、非晶質シリコン膜14が熔融した状態で塊状化するのを抑制することができる。その結果、非晶質シリコン膜14のパターニングに起因する歩留りの低下などの不都合を解消しながら、非晶質シリコン膜14の塊状化を抑制することができる。

【 0 0 4 3 】

なお、第2実施形態のその他の効果は、上記第1実施形態と同様である。

【 0 0 4 4 】

なお、今回開示された実施形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施形態の説明ではなく特許請求の範囲によって示され、さらに特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれる。

【 0 0 4 5 】

たとえば、上記実施形態では、熔融シリコンとの接触角が $45^{\circ}$ 以下である膜の例として、 $\text{SiN}_x$ 膜（シリコン窒化膜）を用いたが、本発明はこれに限らず、他の膜を用いてもよい。たとえば、 $\text{SiON}$ などの絶縁膜や、 $\text{SiC}$ などの半導体が考えられる。

【 0 0 4 6 】

また、上記実施形態では、非晶質シリコン膜の下面に接触するように、 $\text{SiN}_x$ 膜（シリコン窒化膜）を形成したが、本発明はこれに限らず、非晶質シリコン膜の上面または上下両面に接触するように、 $\text{SiN}_x$ 膜（シリコン窒化膜）を形成してもよい。



## 【 0 0 4 7 】

また、上記実施形態では、連続発振型の Y A G レーザを用いたが、本発明はこれに限らず、赤外線レーザであれば、他のレーザを用いてもよい。たとえば、半導体レーザや、ガラスレーザ、Y V O<sub>4</sub>レーザなどが考えられる。また、連続発振型レーザに代えて、連続加熱が可能な高周波、マイクロ波、ランプ光を用いても良い。これらの連続発振型レーザ、高周波、マイクロ波、ランプ光などを総称して、本発明では、「電磁波」という。

## 【 0 0 4 8 】

また、上記実施形態では、ソース／ドレイン領域の不純物の活性化を、連続発振型 Y A G レーザを用いて行う例を示したが、本発明はこれに限らず、ソース／ドレイン領域の不純物の活性化を、E L A（エキシマレーザアニール）法、R T A（R a p i d T h e r m a l A n n e a l i n g）法、または、比較的低温のアニール法によって行うようにしてもよい。

## 【 0 0 4 9 】

また、上記実施形態では、M o からなる吸収膜を用いた例を示したが、本発明はこれに限らず、高融点金属や合金その他の導電膜等も吸収膜として使用可能である。

## 【 0 0 5 0 】

## 【発明の効果】

以上のように、本発明によれば、シリコン層のパターニングを行うことなく、シリコン層の塊状化を抑制することが可能な半導体装置の製造方法を提供することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図 1】

本発明の第 1 実施形態による半導体装置の製造プロセスを説明するための断面図である。

## 【図 2】

図 1 に示した吸収膜を形成する工程を示した平面図である。

## 【図 3】

本発明の第 1 実施形態による半導体装置の製造プロセスを説明するための断面図である。

【図 4】

本発明の第 1 実施形態による半導体装置の製造プロセスを説明するための断面図である。

【図 5】

本発明の第 1 実施形態による半導体装置の製造プロセスを説明するための断面図である。

【図 6】

本発明の効果を確認するための実験に用いた第 1 実施形態の製造方法によって作製した構造を示した断面図である。

【図 7】

本発明の効果を確認するために行った実験に用いた比較例による製造方法により作製した構造を示した断面図である。

【図 8】

図 6 および図 7 に示した製造方法によるレーザ出力と結晶化状態との関係を示した概略図である。

【図 9】

本発明の第 2 実施形態による半導体装置の製造プロセスを説明するための断面図である。

【図 10】

本発明の第 2 実施形態による半導体装置の製造プロセスを説明するための断面図である。

【符号の説明】

- 1、11 ガラス基板
- 2、12  $\text{SiO}_2$  膜（シリコン酸化膜、バッファ層）
- 3、16 吸収膜
- 4  $\text{SiO}_2$  膜（シリコン酸化膜）
- 5、13  $\text{SiN}_x$  膜（シリコン窒化膜、第 1 の膜）

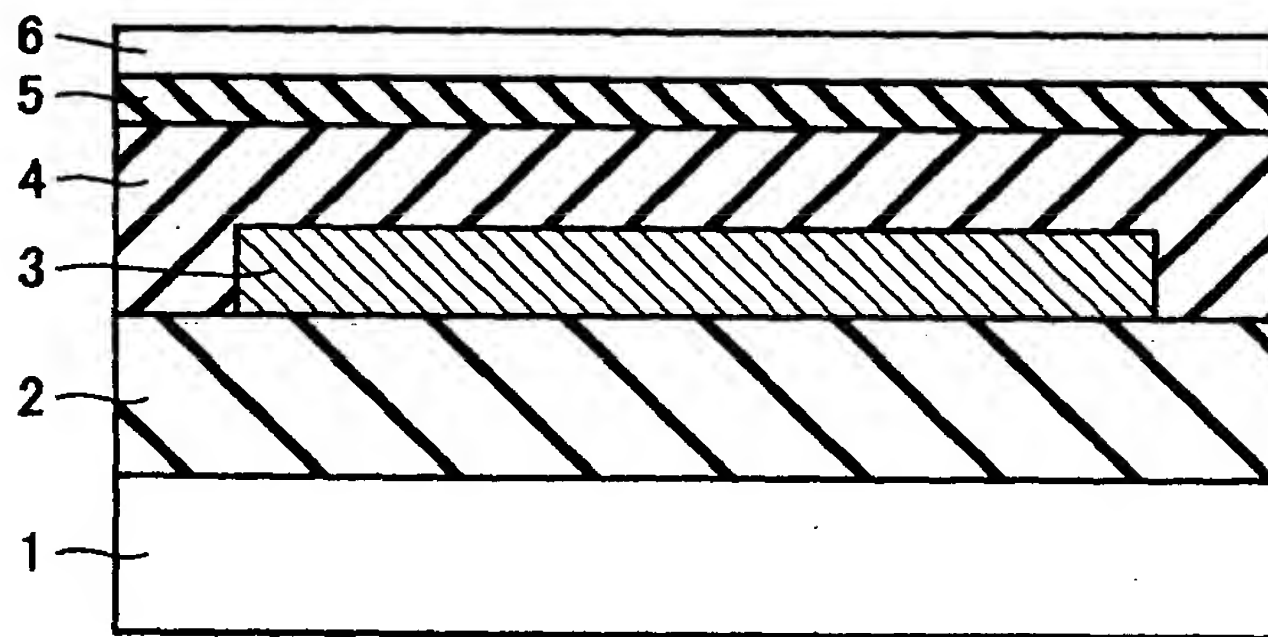
6、 1 4 非晶質シリコン膜（半導体層）

7、 1 5 ゲート絶縁膜

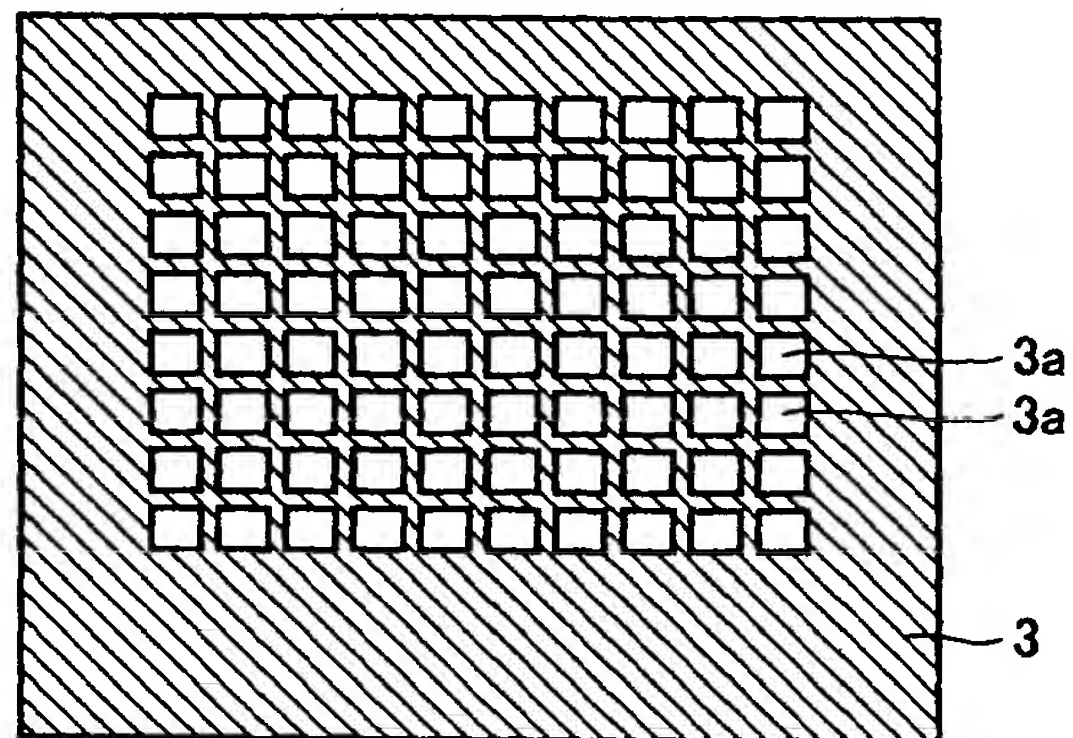
8、 1 6 a ゲート電極

【書類名】 図面

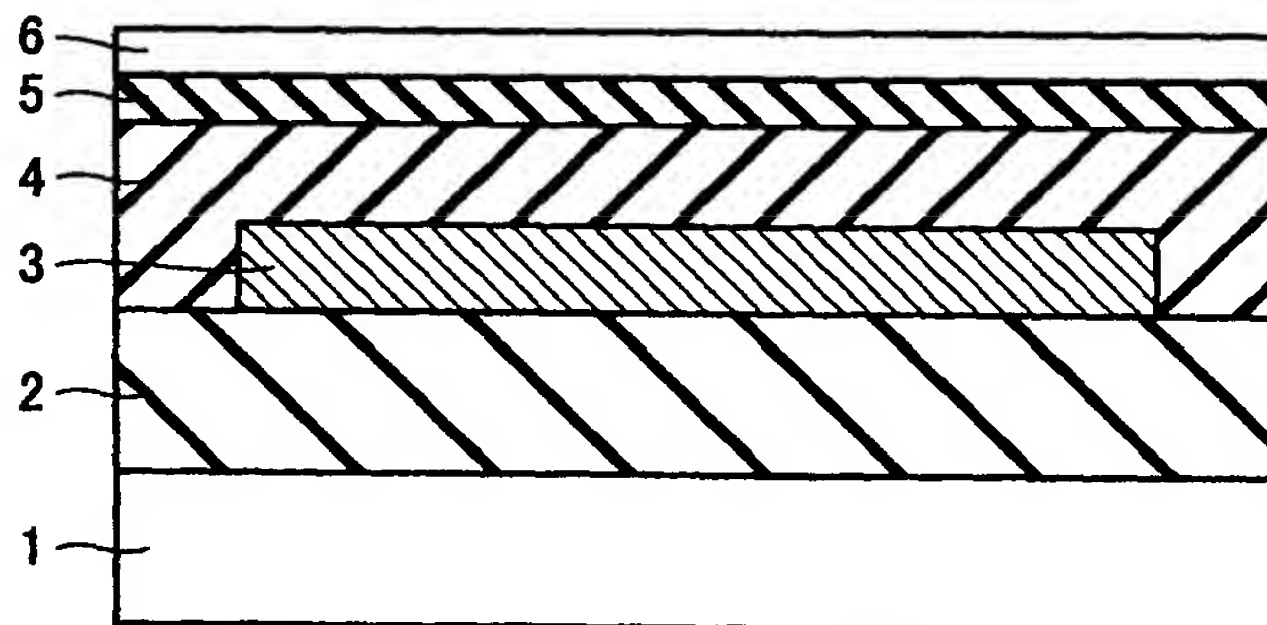
【図 1】



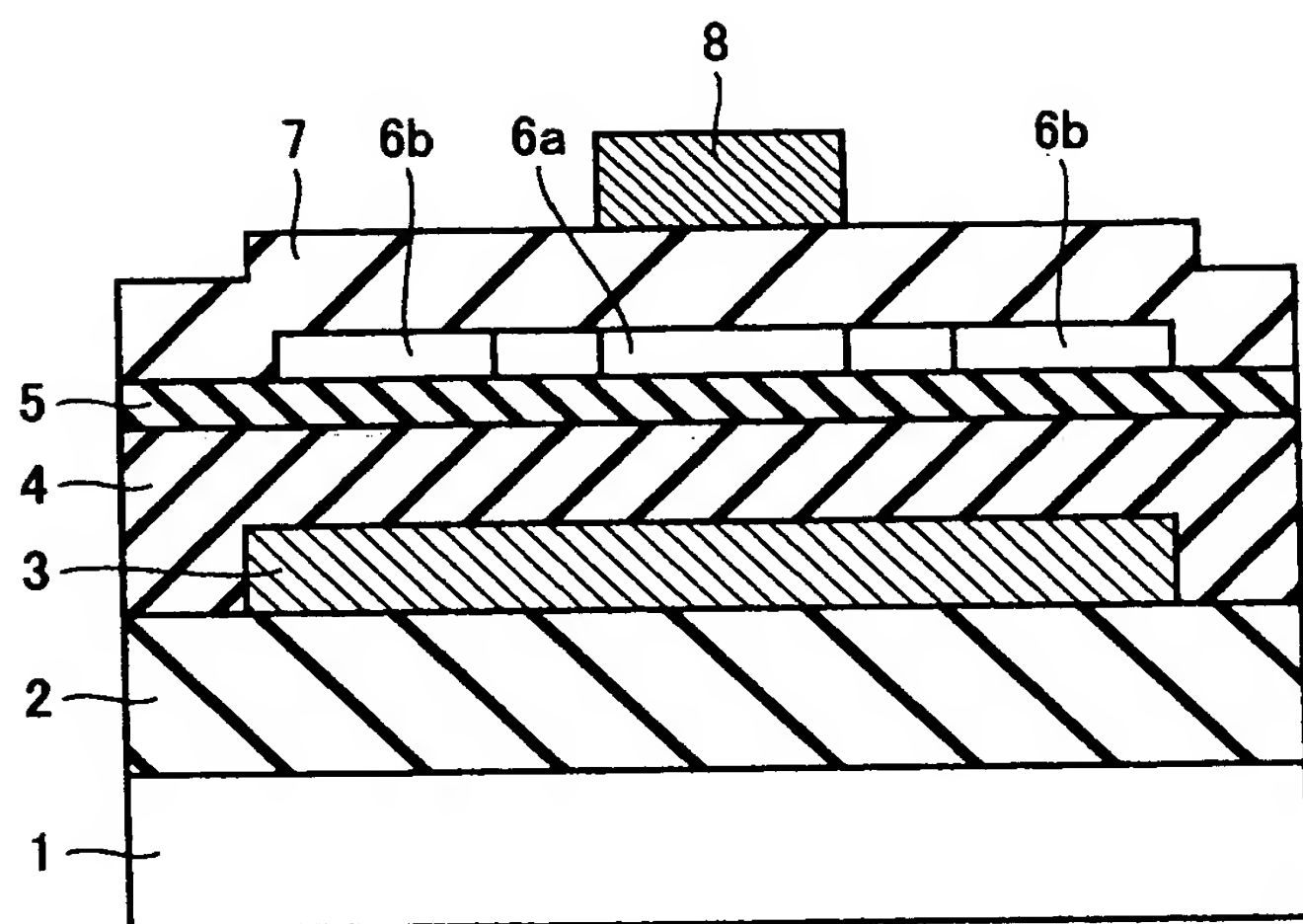
【図 2】



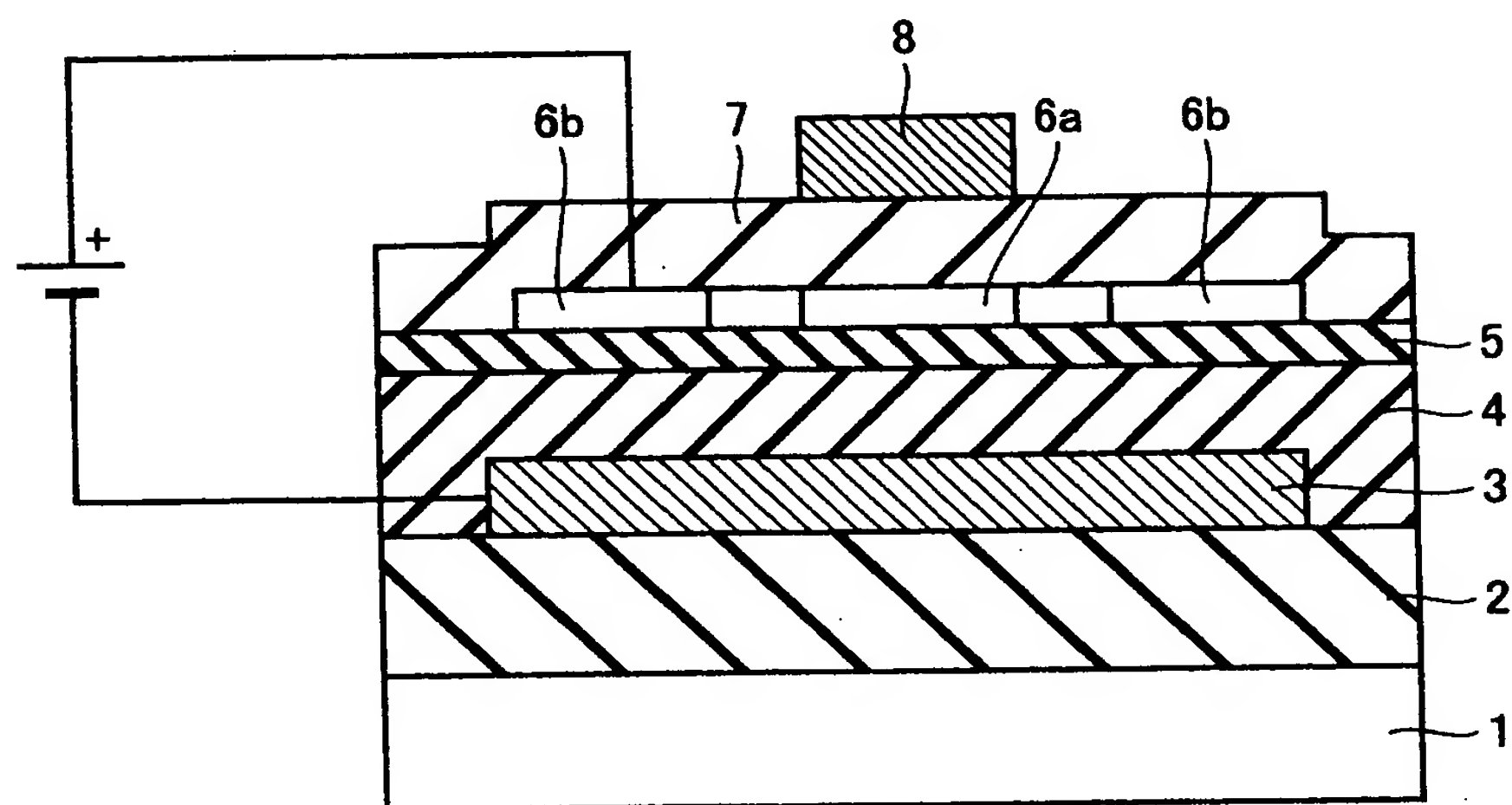
【図 3】



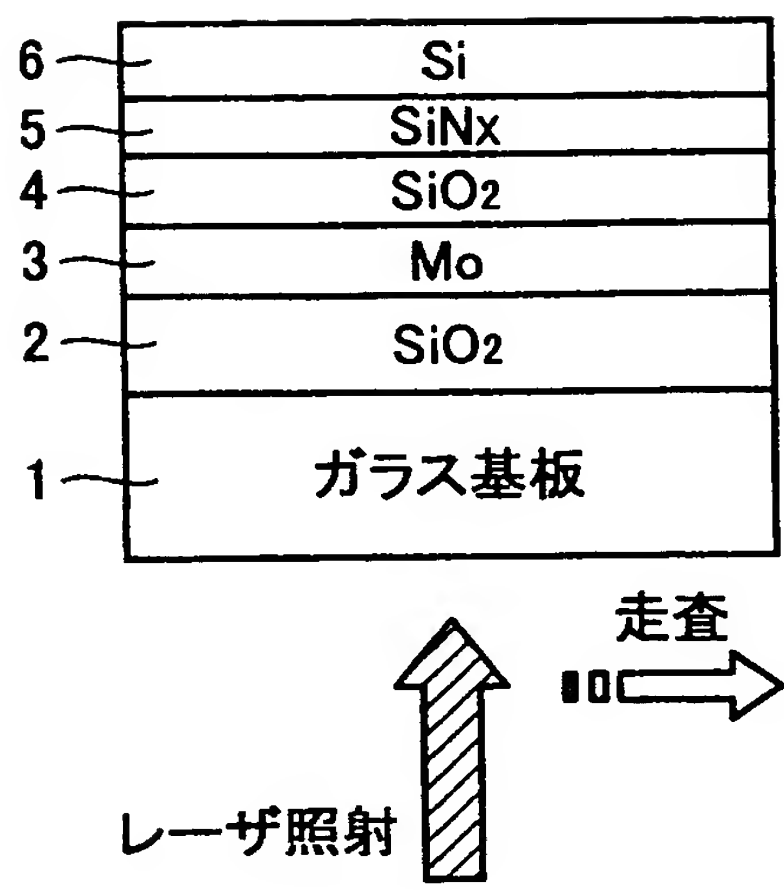
【図 4】



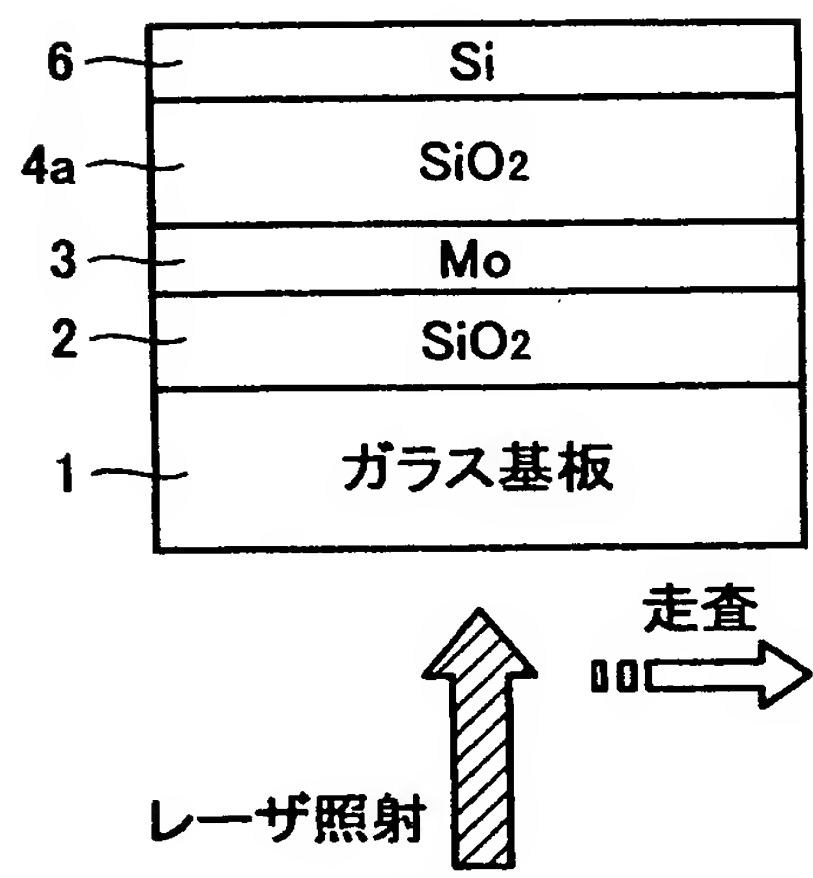
【図 5】



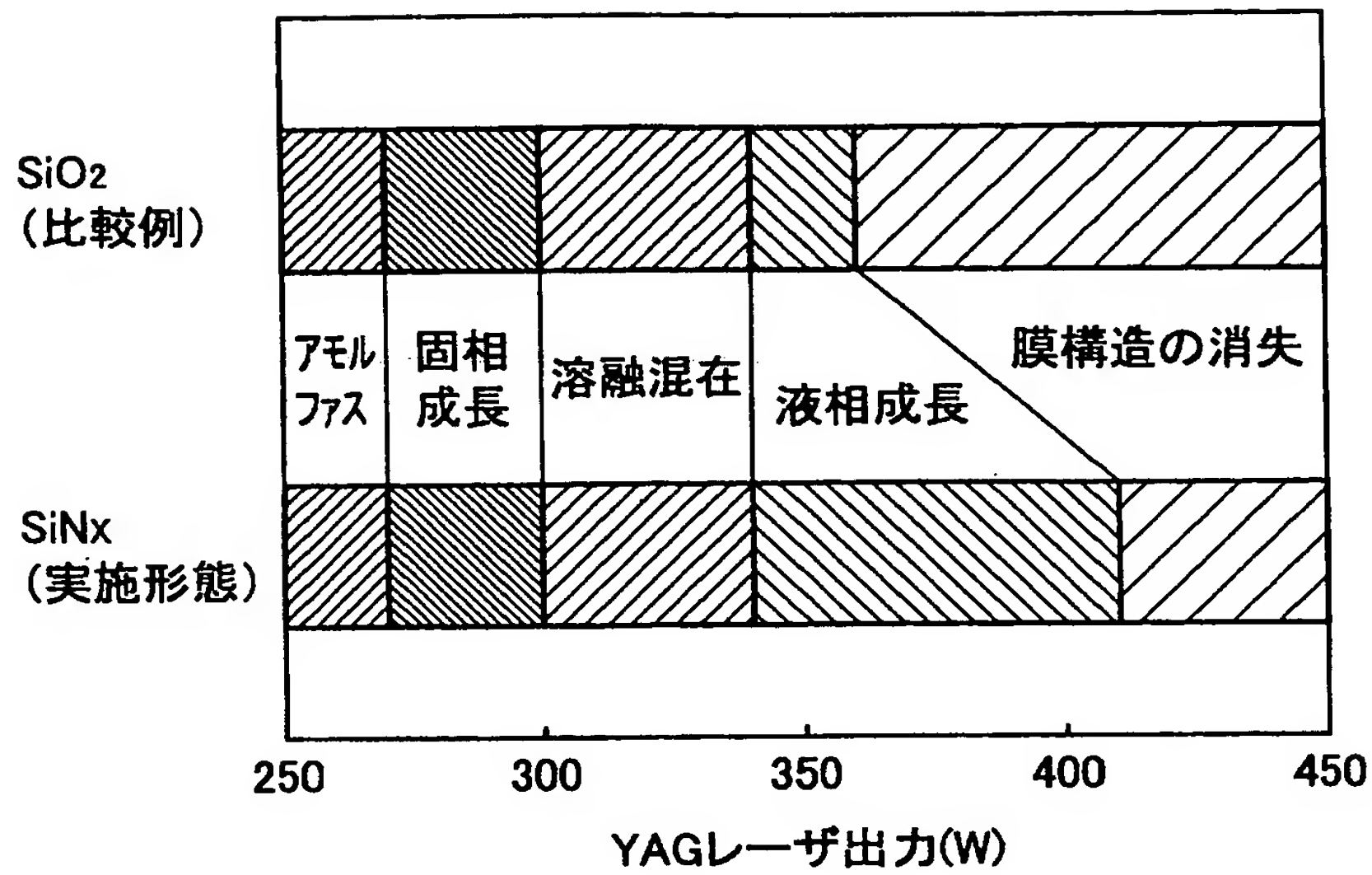
【図 6】



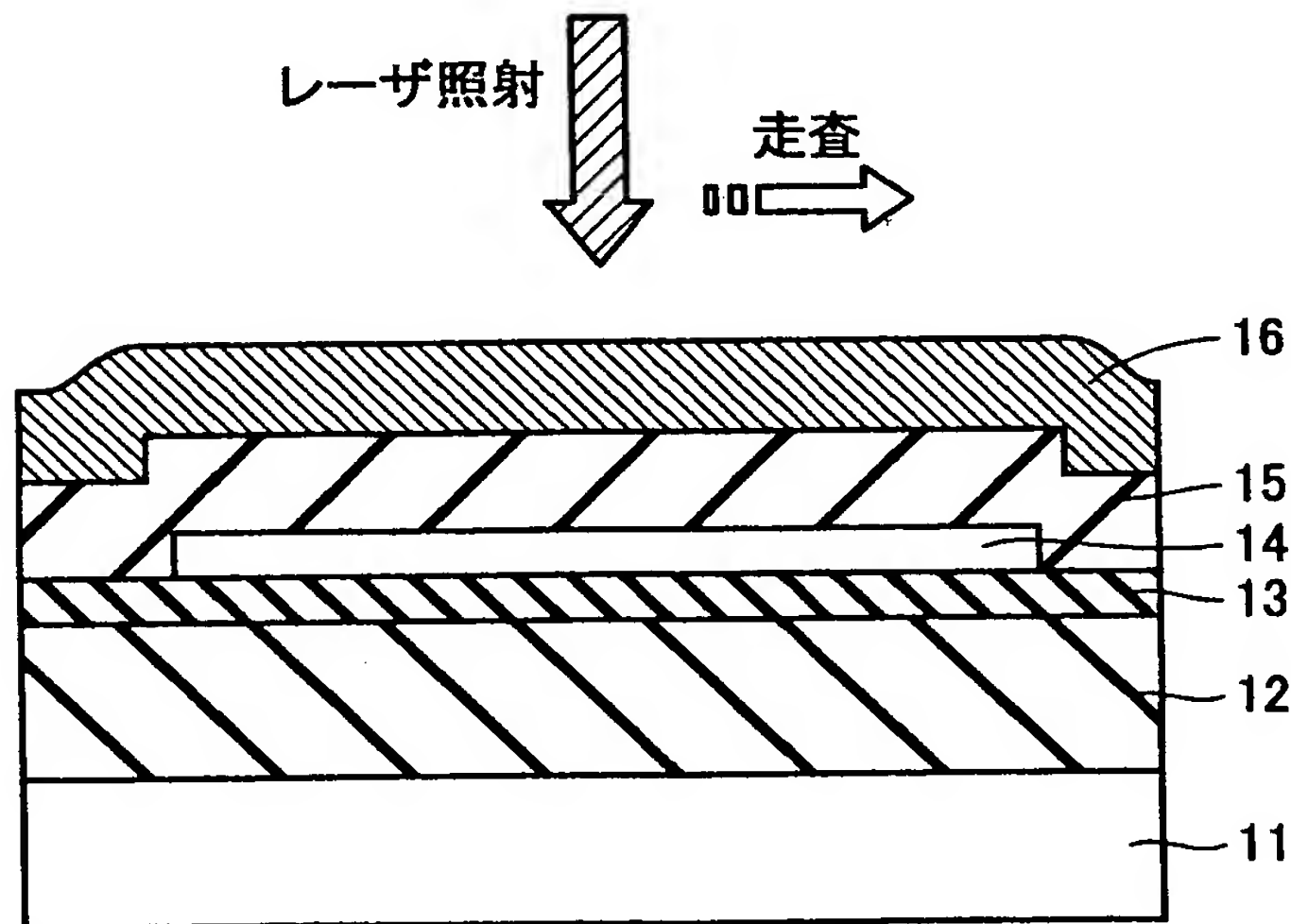
【図 7】



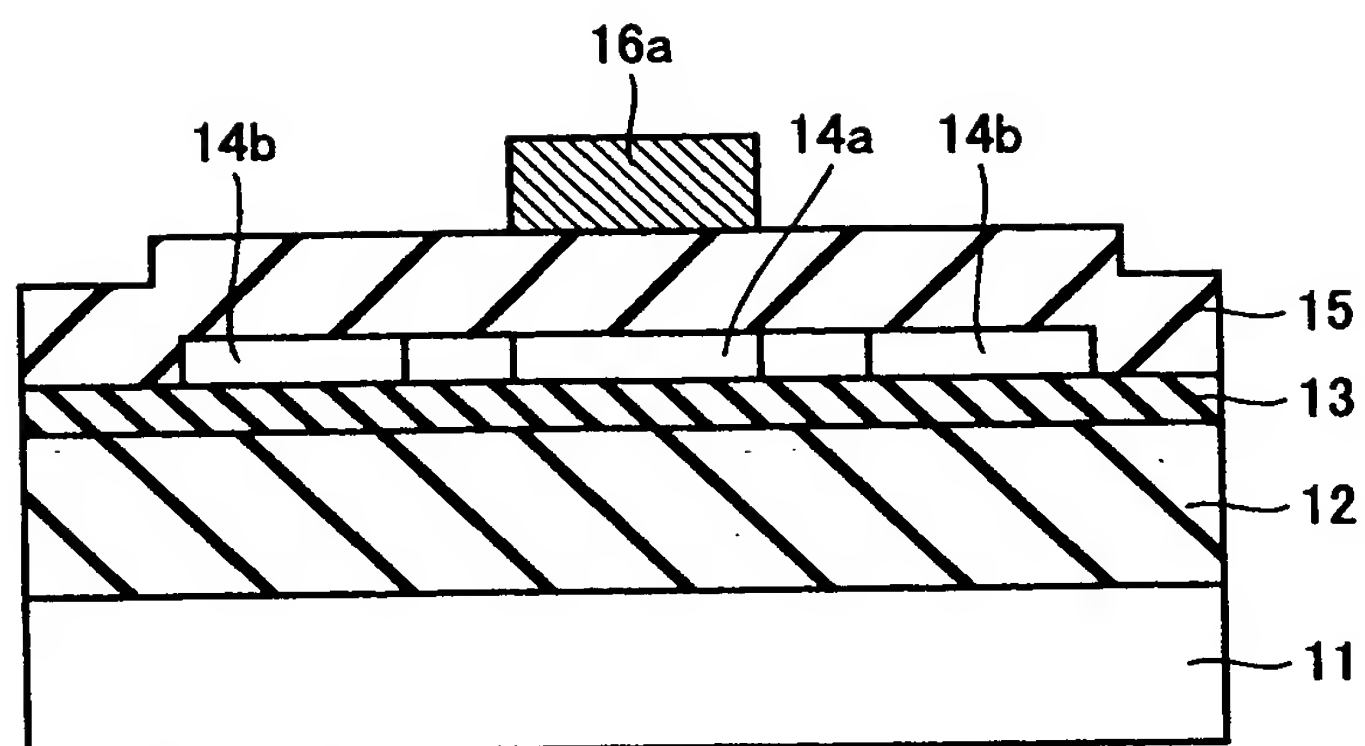
【図 8】



【図 9】



【図 1 0】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 シリコン層をパターニングすることなく、シリコン層が溶融した状態で塊状化するのを抑制することが可能な半導体装置の製造方法を提供する。

【解決手段】 この半導体装置の製造方法は、溶融シリコンとの接触角が $45^{\circ}$ 以下である $\text{SiN}_x$ 膜5の上面に接触するように、非晶質シリコン膜6を形成する工程と、連続発振型のYAGレーザの基本波を用いて、非晶質シリコン膜6を加熱することにより溶融した後、加熱域の連続的移動に伴う溶融領域と凝固領域との界面の移動により非晶質シリコン膜6の結晶化を行う工程とを備えている。

【選択図】 図3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 1 8 8 9 ]

1. 変更年月日 1 9 9 3 年 1 0 月 2 0 日

[変更理由] 住所変更

住 所 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号

氏 名 三洋電機株式会社